

JP2003078235

Publication Title:

METHOD OF FORMING METALLIC FINE PATTERN ON PLASTIC SUBSTRATE

Abstract:

Abstract of JP2003078235

PROBLEM TO BE SOLVED: To stably form a fine metallic pattern on a plastic substrate. **SOLUTION:** A method of forming a fine metallic pattern on a plastic substrate includes a step of manufacturing the fine metallic pattern by vapor-depositing a metal on an inorganic substrate, and a step of chemically activating the surface of either the fine metallic pattern formed on the inorganic substrate or the plastic substrate brought into contact with the fine pattern by treating the surface. The method also includes a step of transferring the pattern to the surface of the plastic substrate by bringing the pattern into contact with the plastic substrate.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特許2003-78235

(P2003-78235A)

(43)公開日 平成15年3月14日 (2003.3.14)

(51)Int.Cl⁷

識別記号

F I

テ-マコ-ト(参考)

H 05 K 3/20

H 05 K 3/20

A 5 E 3 4 3

審査請求 有 請求項の数16 O.L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2002-227660(P2002-227660)

(71)出願人 59805/475

學校法人浦項工科大學校

(22)出願日 平成14年8月5日 (2002.8.5)

大韓民国、慶尚北道浦項市南區孝子洞山31

番地

(31)優先権主張番号 2001-047123

(72)発明者 韓宗勲

(32)優先日 平成13年8月4日 (2001.8.4)

大韓民国、慶尚北道浦項市南区芝谷洞756

(33)優先権主張国 韓国 (K.R.)

教授宿所シ-803

(72)発明者 朴▲よん▼▲みん▼

大韓民国、京畿道坡州市坡州邑鳳岩1里

515-8

(74)代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外3名)

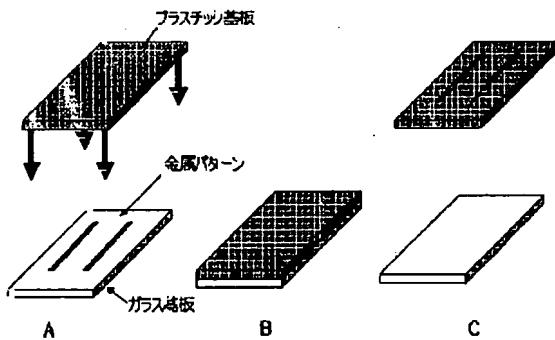
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プラスチック基板上の金属微細パターンの形成方法

(57)【要約】

【課題】 プラスチック基板上に金属微細パターンを安
定的に形成することを目的とする。

【解決手段】 無機基板上に金属を蒸着して金属微細パ
ターンを製作し、無機基板上に形成された金属微細パ
ターンの表面又はこれと接触されるプラスチック基板の表
面のうち少なくとも一方を表面処理して表面を化学的に
活性化させて、前記金属微細パターンをプラスチック基
板と接触させ、金属微細パターンをプラスチック基板の
表面へ転写することを含む、プラスチック基板上に金属
微細パターンを形成する方法を提供する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 無機基板上に金属を蒸着して金属微細パターンを製作し、無機基板上に形成された金属微細パターンの表面又はこれと接触されるプラスチック基板の表面のうち少なくとも一方を表面処理して表面を化学的に活性化させて、前記金属微細パターンをプラスチック基板と接触させ、金属微細パターンをプラスチック基板の表面へ転写することを含む、プラスチック基板上に金属微細パターンを形成する方法。

【請求項2】 無機基板がガラス、シリコン、マイカ、または水晶からなることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】 金属が金、銀、または銅であることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項4】 金属微細パターンが、真空下で無機基板上に堆積された金属フィルムからフォトリソグラフィ法によって形成されることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項5】 プラスチック基板がポリジメチルシロキサン(PDMS)、ポリメチルメタクリレート(PMM A)、又はポリカーボネート(PC)であることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項6】 表面処理が化学的又は物理的手段によって行われることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項7】 化学的表面処理が、処理表面上に自己組織化単分子膜(self-assembled monolayer)を形成することによって行われることを特徴とする請求項6に記載の方法。

【請求項8】 物理的表面処理が、プラズマ、コロナ放電、電子ビーム、または紫外線で処理することによって行われることを特徴とする請求項6に記載の方法。

【請求項9】 自己組織化単分子膜が、濃度 $1\text{ }\mu\text{M}\sim 1\text{ mM}$ の自己組織化物質溶液に基板を浸漬することによって形成されることを特徴とする請求項7に記載の方法。

【請求項10】 自己組織化単分子膜が、自己組織化物質の蒸気と基板を接触させることによって形成されることを特徴とする請求項7に記載の方法。

【請求項11】 自己組織化物質がチオール基含有化合物、トリクロロシラン、またはトリメトキシシランであることを特徴とする請求項9または請求項10に記載の方法。

【請求項12】 金属微細パターンが2つ以上の種類の金属からなっていることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項13】 請求項1に記載の方法によってプラスチック上に形成された金属微細パターンを伝導性金属でメッキすることによって製作された金属微細構造物。

【請求項14】 請求項13に記載の金属微細構造物を鋳型として用いて他の金属微細構造物を製造する方法。

【請求項15】 請求項1記載の方法によって微細パタ

ーンが形成されたプラスチック基板を他のプラスチック基板と可逆的または非可逆的に接合して製作したプラスチックのラブ・オン・チップ(plastic lab-on-a-chip)システム。

【請求項16】 電気化学的検出器、電気伝導度検出器、温度センサー、マイクロ放熱器、または反応器の製作に用いられる特徴を有する請求項15に記載のプラスチックのラブ・オン・チップシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はプラスチック基板の表面に金属微細パターンを形成する方法に関し、具体的には無機基板上に形成された金属微細パターンをプラスチック基板と接触させ、プラスチック基板上へ安定的に転写することによって、金属微細パターンを有するプラスチック基板を容易に大量生産できる方法に関する。

【0002】

【従来の技術】数 cm^2 の大きさの基板上に微細構造を集積させ、1つの統合されたシステムを構築し、その中で試料の前処理、反応、合成、検出などを統合的に処理できるようにしたものがラブ・オン・チップ(lab-on-a-chip)である。ラブ・オン・チップは安価で、精密かつ正確な測定が可能である分析システムを大量生産できるという点から、最近、注目を集めている。ラブ・オン・チップは、一般化学薬品の分離、精製、環境モニタリング、医薬物質の分析、軍事用途の開発など、その応用範囲が幅広く、小型化、携帯化が容易であるという長所がある。

【0003】ラブ・オン・チップは、主に、ガラス、シリコン、プラスチック基板上に形成されるが、初期にはガラスを用いたチップが多く製造された。しかし、最近では標準化されたチップを大量生産するに好適なプラスチックチップへの転換が進行している。

【0004】このように、ラブ・オン・チップの主な材料がガラスからプラスチックに転換されるとともに、既存のガラス材質のラブ・オン・チップを製作する方式とは異なる製作方式に対する研究が活発に進行されている。

【0005】ガラス材質のラブ・オン・チップを製作する方式では、ガラス表面上に真空蒸着器(vacuum evaporator)を用いて金属を蒸着した後、フォトリソグラフィ法を用いて金属微細パターンを製作し、このように製作した金属パターンを有する金属面上に他のガラスを載せて、熱と圧力を加えてガラスを接合することによって、金属パターンをガラス内部に挿入していた。しかし、プラスチックの場合、プラスチックの高い熱膨張係数、有機溶媒に対する感応性及びプラスチック表面と金属パターンとの間の弱い引力などのため、基板上に直接的に金属を蒸着することが困難であり、また、蒸着された金属をプラスチック表面上で直接金属パターンにすることも

困難である。

【0006】それで、プラスチックの場合はスクリーン印刷(screen printing)やメッキ(electroplating)などの方法でその表面に金属微細パターンを製作していた(米国特許出願第6,030,515号参照)。

【0007】しかし、これらの方法ではパターンの厚さが調節しにくく、パターンの線幅をミリメートル(m m)以下に減らしにくく、また、このような方式で製作されたプラスチック表面は他のプラスチックと接合不可能になるため、プラスチックのラブ・オン・チップを作成しにくいという短所がある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明者らは、前記の問題点を解決するために、プラスチック表面に金属微細パターンを安定的に製作しようと研究を重ねた結果、薄くて均一な金属微細パターンをプラスチック基板上に比較的容易に形成して、プラスチックのラブ・オン・チップシステムを大量生産できる方法を開発するにいたった。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達するためには、本発明では無機基板上に金属を蒸着して金属微細パターンを製作し、無機基板上に形成された金属微細パターンの表面又はこれと接触されるプラスチック基板の表面のうち少なくとも一方を表面処理して表面を化学的に活性化させて、前記金属微細パターンをプラスチック基板と接触させ、金属微細パターンをプラスチック基板の表面へ転写することを含む、プラスチック基板上に金属微細パターンを形成する方法を提供する。

【0010】また、本発明は本発明によってプラスチック基板に形成された金属微細パターンを伝導性金属でメッキすることによって製作された微細構造物を提供するが、この微細構造物は他の微細構造物の製作に鋳型として用いられる。

【0011】また、本発明は、本発明によって金属微細パターンが形成されたプラスチック基板を他のプラスチック基板と接合することによって製作されたプラスチックのラブ・オン・チップシステムを提供する。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明をさらに詳しく説明する。

【0013】本発明は、無機基板上に形成された金属微細パターンをプラスチック上へ安定的に転写して、表面に金属微細パターンを有するプラスチック基板を大量生産できる方法を提供するためのものであって、図1に本発明の基本概念を示した。

【0014】図1において、Aはガラス材質からなる基板上に金属パターンが形成されている状態であり、Bはパターンを有するガラス基板にプラスチック基板を載せた状態であり、Cはガラス基板とプラスチック基板を剥

離する際に、金属パターンがプラスチック上へ転写された状態を示す。

【0015】本発明による前記図1のプロセスのため、次のような幾つかの必須条件がある。

【0016】第1に、無機基板上に蒸着された金属が、パターニング途中に取れてしまうほど基板と弱く結合されていてはいけないし、第2に、転写が行われる際に、所望の金属のみ選択的に転写が起こらなければいけないし、第3に、プラスチックが、転写される金属と十分な親和性を有し、第4に、転写された金属はプラスチック基板と安定的に結合されていなければいけない。

【0017】本発明において金属パターンの形成は通常の方法によって行われるが、例えば、真空蒸着器によつて基板上に金属フィルムを蒸着した後、フォトリソグラフィ法を用いて所望のパターンに形成してもよい。転写される金属の厚さは10 Å～1 mmの範囲内でその応用分野によって多様に適用できる。

【0018】また、本発明において、基板としてはガラス、シリコン、マイカ、水晶など、金属が蒸着可能ないずれの基板を用いてもよく、金属としては金、銀、銅などの蒸着可能ないずれの金属を用いてもよい。

【0019】しかし、この際、金属が基板に過度に結合されていると、金属微細パターンのアラスチック上への転写が起こらないほど、基板と対象金属との引力が強く作用することになるので、金属と基板は適切な結合力を維持しなければいけないが、これは蒸着速度(deposition rate)を調節することによって達成できる。

【0020】また、前記のように、金属パターンの転写プロセスにおいてのもう1つの要因は、転写が行われるプラスチックの性質であるが、本発明では粘着性を有する弾性体プラスチックを用いる。このようなプラスチック物質としてはポリジメチルシロキサン(poly(dimethylsiloxane), PDMS)、ポリメチルメタクリレート(poly(methylmethacrylate), PMMA)、ポリカーポネート(polycarbonate, PC)などがあり、その中でPDMSが光学的な透過性に優れていて、成形しやすいので特に好ましい。

【0021】最後に重要なことは、転写された金属パターンがプラスチック上で安定的に固定されなければならないという点である。金属パターンを有する無機基板とプラスチック基板を外す際に、金属パターンのガラス基板との結合力よりプラスチック基板との結合力のほうが大きいと、金属パターンはプラスチック上へ転写されることになる。本発明では、このため、接触される金属パターン及び/又はプラスチック基板を、表面が化学的に反応性を有するように予め処理しておくことを特徴とする。

【0022】本発明によって金属又はプラスチック表面を親水性に変化させる方法としては、化学的に処理する方法と物理的に処理する方法があり、化学的方法としては表面上に自己組織化单分子膜(self-assembled monolayer)

yer)を形成させる方法が用いられ、物理的方法としてはコロナ放電、プラズマ、電子ビーム、または紫外線で処理する方法が用いられる。

【0023】本発明では前記自己組織化単分子膜の形成に用いられる自己組織化物質としてはメルカブトプロピルトリメトキシシランなどのようなチオール基を含有する化合物、トリクロロシラン、トリメトキシシラン、及びその他の自己組織化薄膜形成の可能な全ての物質を用いてもよく、このような自己組織化物質は疎水性基材の表面で自己組織化単分子膜を形成して、基材表面の性質を親水性に変えるか、または表面の反応性を増大させること。

【0024】自己組織化単分子膜は基板を濃度 $1\text{ }\mu\text{M}\sim 1\text{ mM}$ の自己組織化物質を含むエタノール溶液に薄膜が形成されるのに十分な時間の間に浸漬することによって、または基板を自己組織化物質の蒸気と接触させることによって形成することができる。

【0025】前記コロナ放電、プラズマ、紫外線、または電子ビーム処理のような物理的方法は、当業界に広く知られている通常の方法によって行ってもよい。

【0026】前記の表面処理プロセスの一例を図2に概略的に示した。図2で、Aではプラスチック基板をコロナ放電のような酸化処理によって親水性に変化させる場合を、Bではガラス基板上に形成された金属パターンを3-メルカブトプロピルトリメトキシシラン(3-MPTMS)で化学的に表面処理した場合を示す。また、Cは金属表面とプラスチック表面の相互作用によって、金属パターンがプラスチック基板上へ安定的に転写された形状を示す。

【0027】ここで、3-MPTMSは化学的接着剤(chemical glue)として用いられ、3-MPTMSのチオール(-SH)官能基は金の表面で自己組織化され、3-MPTMSのトリメトキシシラン(-Si(OMe)₃)官能基は酸化されたプラスチック表面と共有結合する。

【0028】このように、本発明によると、金属パターンの表面とプラスチック表面のすくなくとも一方を、自己組織化薄膜のコーティングのような化学的処理またはプラズマ、コロナ放電処理などの物理的処理により、表面反応性を高めることによって、金属パターンが安定的に固定されたプラスチック基板を製造することができる。

【0029】また、本発明によると、2つ以上の金属の微細パターンもプラスチック基板上へ転写させることができる。例えば、図3を参照すると、2つ以上の金属微細パターン(金及び銀)をフォトリソグラフィ法によって形成した後、自己組織化物質で表面処理してからプラスチック(PDMS)上へ安定的に転写するプロセスが示されている。

【0030】本発明によると、転写が行われた金属パタ

ーンを有するプラスチック面上に、他のプラスチック面を重ねてパターンをプラスチック内部に挿入してラブ・オン・チップを製作することができ、転写が行われた金属微細パターン上にニッケルや銅のような伝導性金属をメッキする方法などによって微細構造物を製作することもできる。この際、パターンを有するプラスチック面と他のプラスチック面の接合は永久的に結合が行われる非可逆的な方法と、一度付けてから更にはすことのできる可逆的な方法を用いてもよく、メッキされた微細構造物は他の構造物の製作のための鋳型として用いられる。

【0031】本発明による金属微細パターンを有するプラスチック基板の製造方法は、容易かつ簡単にプラスチック上でも安定的な電気的性質を有する金属パターンが形成できる方法であって、このような金属微細パターンを用いる場合、電気化学的検出器、電気伝導度検出器、温度センサー、マイクロ放熱器、及び反応器などをプラスチックチップ上で形成できるだけではなく、これらの装置の開発は高性能、高効率の携帯用のラブ・オン・チップの開発に大きな役割を果たすことと期待される。

【0032】本発明の方法は既存のガラスチップの金属微細パターンを製作する方法と同一な工程を用いてプラスチックチップに転写する方法であるので、ガラスチップにおいての安定的な電気的性質をそのまま保持するだけでなく、ガラスチップで金属微細パターンを製作する際に用いられる装置以外の他の装置をさらに要求されることはないし、また電極の厚さを自由に調節できるだけではなく、表面の平滑度も非常に優れた電極の製作が可能である。また、1種類の金属だけではなく色々な種類の金属を同時にプラスチック板上に転写させることができ、プラスチックチップの接合にも何ら差支えなく、また接合面での流体の漏れがない微細パターンが製作できる。

【0033】

【実施例】以下、実施例によって本発明を例示するが、本発明の範囲は実施例に限定されるものではない。

【0034】実施例1：金属微細パターンを有するプラスチック基板の製作

図4に示した工程によって金属微細パターンを有するプラスチック(PDMS)基板を次のように製造した。

【0035】まず、ガラス基板を洗浄した後、真空蒸着器(vacuum evaporator)を用いてガラス基板上に、蒸着器内部の圧力約 10^{-6} bar 、蒸着速度 0.5 \AA/sec の蒸着条件で 2000 \AA の金を蒸着させた(段階a)。金が蒸着されたガラス上にポジ型フォトレジスト(DTFR-1000、ドンジン化学(Dongjin chemical Corp., 韓国)をスピンドルティングした後(段階b)、所定のパターンを有するエマルジョンマスクを用いて紫外線で露光させた(段階c)。露光された基板を現像液(AZ300MIF developer, Clariant Corp., Somerville, CA, U.S.A)を用いて現像させることによって、紫外線が

照射された部分を剥離させた（段階d）。次に、金のエッティング液を用いて金成分をエッティングし、アセトンを用いて残っているフォトレジストを洗浄して、ガラス基板上に完成された金の微細パターンを形成した（段階e及びf）。

【0036】次に、ガラス基板上に形成された金属パターンの表面を化学的に反応性にするため、0.1 mMの3-MPTMSのエタノール溶液で処理した（段階g）。別途に、PDMS基板を準備し、1分間コロナ放電処理(BD-10A, Electro-TechnicProducts, INC., Chicago, IL, U.S.A.)を行うことによって表面処理した後、処理されたPDMS表面と、前記3-MPTMS処理された金パターンを有するガラス基板とを接触し（段階h）、接合物を加圧した後、剥離して金の微細パターンのみを選択的にPDMS上に転写させた（段階i）。

【0037】図5は、前記のような転写プロセスによって製作されたPDMS上の微細パターンの顕微鏡写真であって、Aは平行に製作された直線パターンを示したものであり、Bはハニカムパターンを示したものである。

【0038】実施例2：電気化学検出用ラブ・オン・チップの製作

前記実施例1のような方法を用いて、プラスチック材質の電気化学検出用のラブ・オン・チップを製作した。図6を参照すると、Aは通常のモールディング(molding)方法で作ったチャンネル(channel)を有するPDMS基板であり、Bは実施例1の工程によって製作された2つの金電極及び1つの銀電極を有するPDMS基板であり、AとBをコロナ放電処理によって表面処理した。Cのように、前記AとBを接合させプラスチックのラブ・オン・チップを製作した。

【0039】図7はPDMS微細チャンネルと整列された金及び銀のパターンの顕微鏡写真である。チャンネルサイズは幅100 μm、深さ30 μmであり、電極として用いられる部分は幅が50 μm、厚さが200 nm、2つの電極の間隔は100 μmである。製作されたチップ内の電極の抵抗は60 Ωであり、チャンネル内に10 mMのNaCl水溶液を入れて測定した電気伝導度は、

約1.6 Sであった。Cの各チャンネルの端にサンプル供給／受容のための貯蔵部を作り、高電圧を印加しながら電気泳動を行って物質を分離し、電極部分で分離された物質の電気伝導度を測定した。これによって毛細管電気泳動-電気伝導度測定が可能なプラスチックのラブ・オン・チップが完成された。

【0040】

【発明の効果】本発明の方法は、既存のガラス基板上に金属微細パターンを製作する方法に用いられる機器以外の別途の機器が不要で、1つ以上の微細パターンをプラスチック基板上に転写できるだけではなく、既存の方法では実現することに困難であったプラスチック内の微細パターン及び電極の製作が可能になって、プラスチック上で安定した金属電極を大量生産できるようになり、このような金属微細パターンを用いる場合、電気伝導度検出器、電気化学検出器、温度センサー、マイクロ放熱器などをプラスチックチップ上で実現できるだけではなく、これらの装置の開発は高性能、高効率の携帯用のラブ・オン・チップの開発に大きな役割を果たせる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によって金属微細パターンをプラスチック基板上へ転写するプロセスを示した概略図である。

【図2】本発明におけるガラス基板及びプラスチック基板の表面処理プロセスの一例を示した概略図である。

【図3】プラスチック面上に2種類以上の金属の微細パターンを製作するプロセスを示した図である。

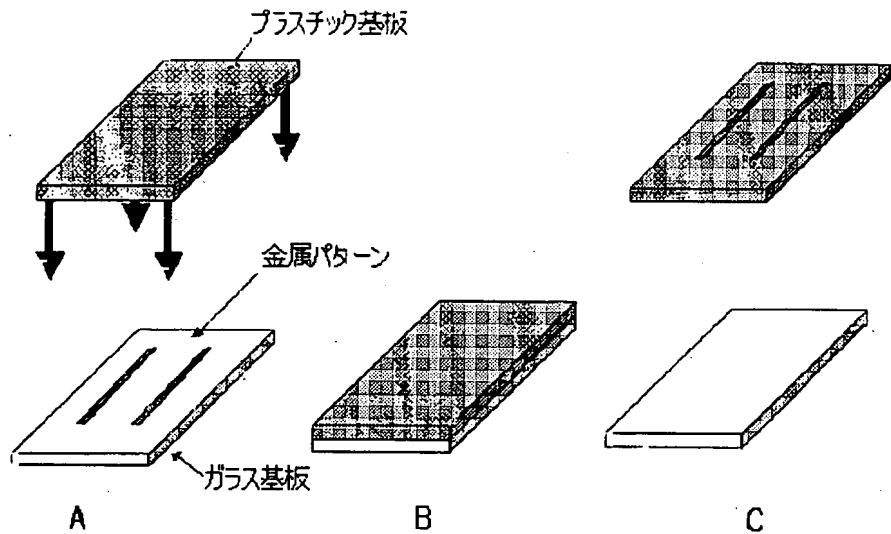
【図4】実施例1におけるガラス基板からプラスチック基板へ金属微細パターンを転写させるプロセスを示した図である。

【図5】実施例1の転写プロセスによって製作された微細パターンの顕微鏡写真である。

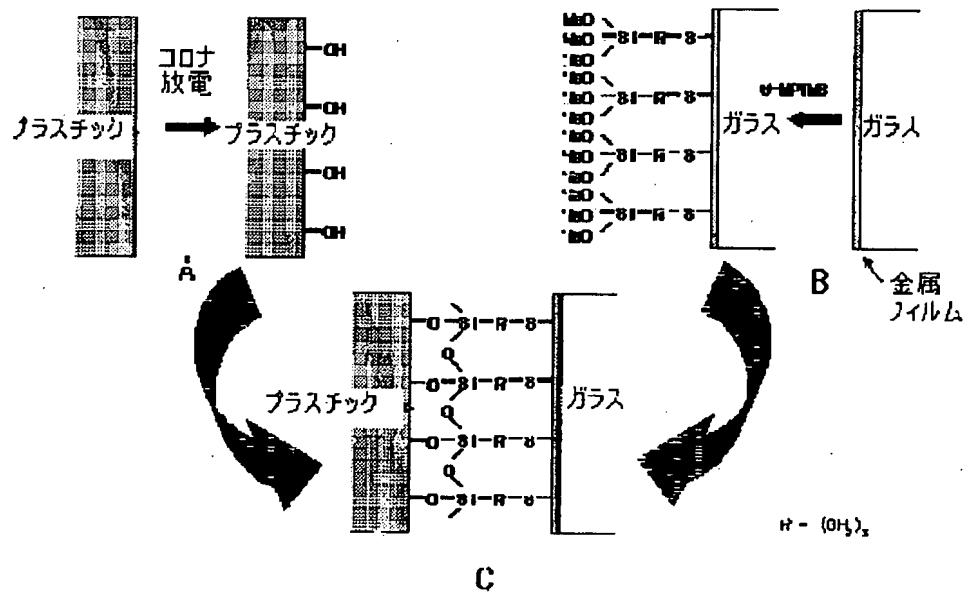
【図6】本発明の方法による金属微細パターンを有するプラスチック基板を用いてプラスチックのラブ・オン・チップを製作するプロセスを示した図である。

【図7】実施例2のプロセスによってPDMS微細チャンネルと整列された金及び銀パターンの顕微鏡写真である。

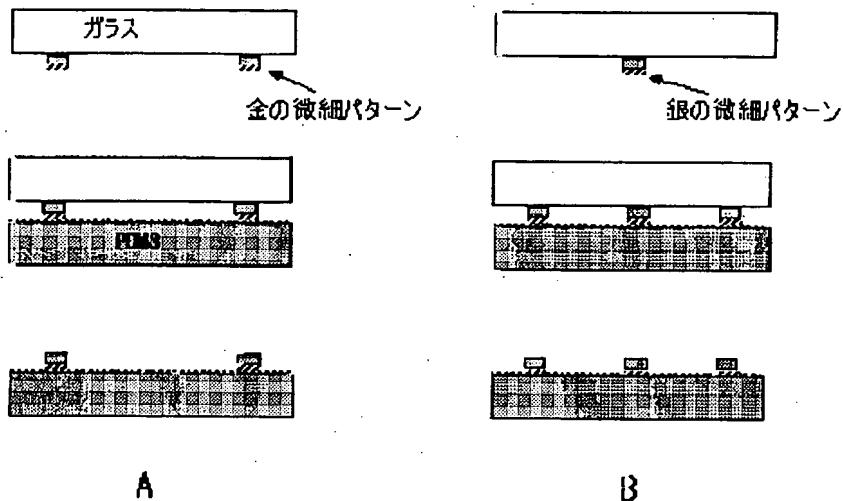
【図1】



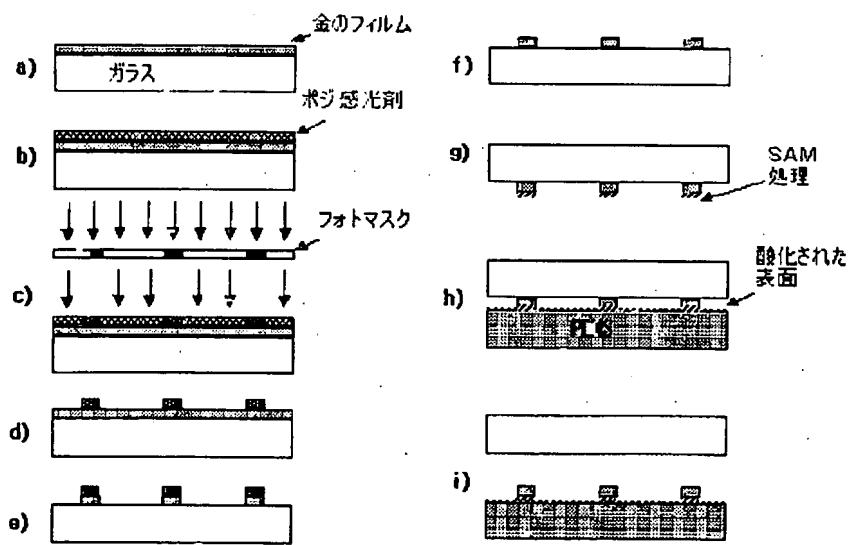
【図2】



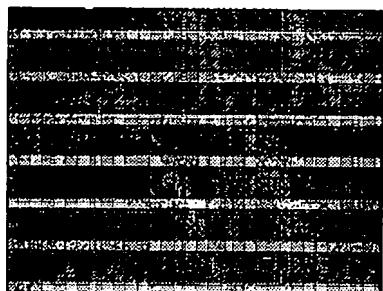
【図3】



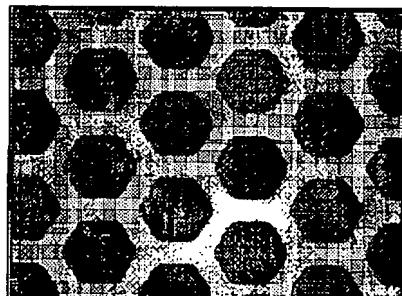
【図4】



【図5】



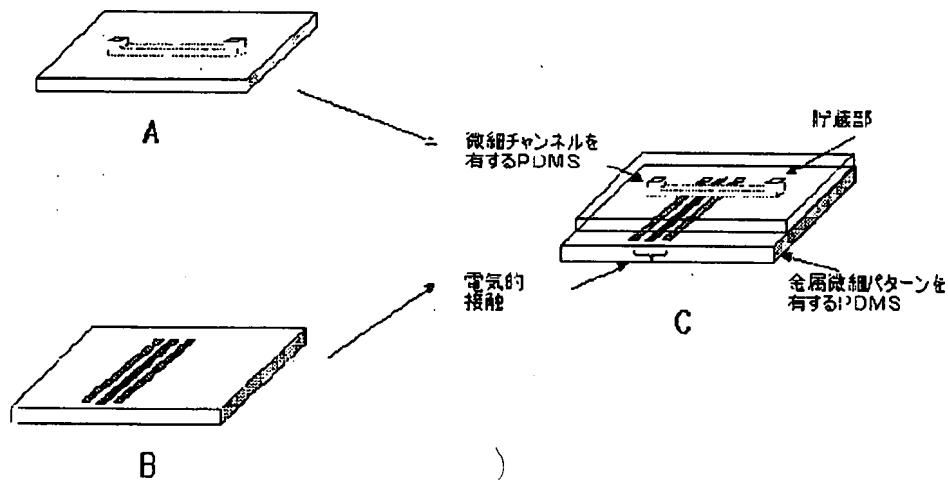
A



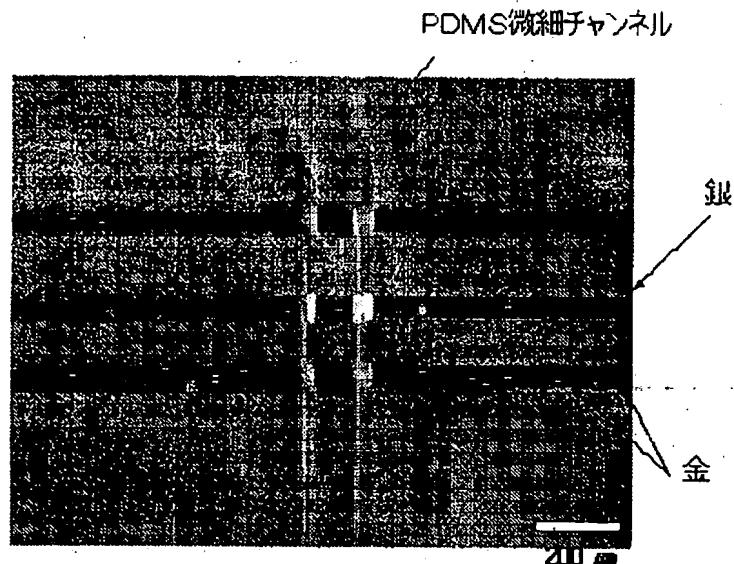
B

100 μ m

【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 金 永 ▲ちゃん▼

大韓民国、大田広域市西区▲くあん▼▲じ
ょ▼洞神仙マウル・アパートメント 208
-1101

(72)発明者 沈 ▲ばん▼ 柱

大韓民国、ソウル特別市恩平区新寺1洞31
-15

F ターム(参考) 5E343 AA16 BB23 BB24 BB25 EE35
EE36 EE45 EE46 EE52 GG08
GG11